



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 05 324.7

**Anmeldetag:** 10. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 N 17/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 3. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

20.01.03 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine



Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

20

Aus der DE 196 45 943 A1 ist bereits eine Startereinheit für eine Brennkraftmaschine bekannt. Diese erlaubt zwei verschiedene Startmethoden. Die eine Startmethode ist ein Impulsstart und die andere ein Direktstart. Beide Startmethoden sind anlasserfreie Startmethoden. Dabei wird der Impulsstart vorzugsweise bei kaltem Motor mit der Energie einer Schwungmasse durchgeführt und der Direktstart kommt bei warmem Motor, zum Beispiel bei Ampelhalts, zum Zuge. Dabei wird die jeweils günstigste Startmethode, abhängig von der Temperatur der Brennkraftmaschine, selbsttätig ausgewählt.

25



Aus der DE 197 43 492 A1 ist ein Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bekannt. Die Brennkraftmaschine ist mit einem in einem Zylinder bewegbaren Kolben versehen, der eine Ansaugphase, eine Verdichtungsphase, eine Arbeitsphase und eine Ausstoßphase durchlaufen kann. Des weiteren ist ein Steuergerät vorgesehen, mit dem der Kraftstoff entweder in einer ersten Betriebsart während einer Verdichtungsphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Ansaugphase direkt in einem von dem Zylinder und dem Kolben begrenzten Brennraum eingespritzt werden kann. Das Steuergerät ist derart ausgebildet, dass zum Starten der Kraftstoff in einer ersten Einspritzung in denjenigen Brennraum direkt einspritzbar ist, dessen zugehöriger Kolben sich in der Arbeitsphase befindet.

30

35

### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass für einen Startwunsch geprüft wird, ob die anlasserfreie Startmethode zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine führt, und dass für den Fall, in dem das Prüfergebnis negativ ist, die Brennkraftmaschine automatisch mittels eines Anlassers gestartet wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Startwunsch auch dann umgesetzt werden kann, wenn die anlasserfreie Startmethode nicht erfolgreich ist, ohne dass dazu ein Benutzereingriff erforderlich ist. Somit lässt sich auch bei Nichtdurchführbarkeit oder Versagen der im Vergleich zum Anlasserstart vergleichsweise schnellen anlasserfreien Startmethode dennoch eine Umsetzung des Startwunsches ohne weitere Aktion des Benutzers unter Verwendung des Anlassers sicherstellen. Somit lässt sich ein schneller und komfortabler Start der Brennkraftmaschine unter allen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine realisieren.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode durch Auswertung einer Temperatur der Brennkraftmaschine, vorzugsweise einer Öltemperatur, durchgeführt wird. Auf diese Weise liegt mit der Temperatur der Brennkraftmaschine ein zuverlässiges Kriterium vor, anhand dessen bereits vor dem Start festgestellt werden kann, ob die anlasserfreie Startmethode zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine führen wird, so dass bei negativem Prüfergebnis gleich der Anlasserstart verwendet und somit keine Zeit für einen erfolglosen anlasserfreien Start verloren wird.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode durch Auswertung einer Drehzahl der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. Auf diese Weise kann bei Wahl des anlasserfreien Starts bereits in einer frühen Startphase erkannt werden, ob der anlasserfreie Start erfolgreich ist und somit bei negativem Prüfergebnis frühzeitig automatisch auf den Anlasserstart umgeschaltet werden, so dass der durch den begonnenen anlasserfreien Start bewirkte Zeitverlust minimal ist.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode durch Auswertung einer Position einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. Auf diese Weise ist, wie auch im Falle der Auswertung der Temperatur der Brennkraftmaschine, ein Kriterium gegeben, das bereits vor Beginn des anlasserfreien Starts eine Einschätzung der Erfolgsaussicht des anlasserfreien Starts ermöglicht und somit bei negativem Prüfergebnis ohne Zeitverlust unmittelbar der Anlasserstart gewählt werden kann.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn als anlasserfreie Startmethode eine Direktstartmethode gewählt wird, bei der mittels einer Benzindirekteinspritzung direkt gestartet wird. Auf diese Weise wird bei der Direktstartmethode das Bordnetz nicht belastet.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn im Falle eines Einleitens der anlasserfreien Startmethode geprüft wird, ob dieser anlasserfreie Start erfolgreich ist, und dass bei Versagen des anlasserfreien Starts die Brennkraftmaschine automatisch wieder mittels des Anlassers gestartet wird. Auf diese Weise lässt sich auch nach bereits eingeleitetem anlasserfreien Start bei dessen Versagen sicher stellen, dass die Brennkraftmaschine ohne weitere Aktion des Benutzers mit Hilfe des Anlassers gestartet wird. Dies erhöht den Komfort für den Benutzer und verhindert Zeitverlust, der sich auf Grund einer Startbetätigung des Benutzers ergeben würde.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn bei Versagen eines eingeleiteten Anlasserstarts die Brennkraftmaschine automatisch wieder mittels der anlasserfreien Startmethode gestartet wird. Auf diese Weise steht auch bei Versagen des Anlasserstarts mit der anlasserfreien Startmethode ein weiterer Startversuch zu Verfügung, der ohne Aktion des Benutzers eingeleitet werden kann und somit Zeitverlust verhindert und den Bedienkomfort erhöht.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn der Startwunsch bei Betätigung eines Bedienelementes, vorzugsweise eines Fahrpedals, bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine detektiert wird. Auf diese Weise lässt sich ein Start-Stopp-Betrieb der Brennkraftmaschine realisieren, ohne dass für den Start der Brennkraftmaschine beispielsweise zusätzlich ein Zündschlüssel betätigt werden muss. Dies erhöht den Komfort der Bedienung und verringert den Zeitverlust beim Starten der Brennkraftmaschine.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

5 Es zeigen

- Figur 1 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Figur 2 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Figur 3 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 4 einen Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens und
- Figur 5 ein Drehzahl-Zeit-Diagramm für einen beispielhaften Startvorgang eines Verbrennungsmotors.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 kennzeichnet 1 eine Brennkraftmaschine, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs. Die Brennkraftmaschine 1 umfasst einen Verbrennungsmotor 65, der beispielsweise als Otto-Motor oder als Diesel-Motor ausgebildet sein kann. Im Folgenden wird beispielhaft angenommen, dass der Verbrennungsmotor 65 als Otto-Motor ausgebildet ist. Dem Verbrennungsmotor 65 ist über eine Luftzufuhr 45 Frischluft zugeführt. Die Größe des Luftmassenstroms kann über eine Drosselklappe 50 in der Luftzufuhr 45 eingestellt werden. Der Bereich der Luftzufuhr 45, der zwischen der Drosselklappe 50 und dem Verbrennungsmotor 65 liegt, wird auch als Saugrohr 55 bezeichnet. Über ein Einspritzventil 25 wird Kraftstoff direkt in einen Brennraum eines Zylinders 95 des Verbrennungsmotors 65 eingespritzt. Der Verbrennungsmotor 65 kann dabei einen oder mehrere Zylinder umfassen. Mittels einer Zündkerze 60 wird das im Brennraum des Zylinders 95 befindliche Luft-/Kraftstoff-Gemisch gezündet. Dies führt zum Antrieb eines Kolbens des Zylinders 95, der wiederum eine Kurbelwelle 10 des Verbrennungsmotors 65 antreibt. Das verbrannte Abgas wird über einen Abgasstrang 70 vom Verbrennungsmotor 65 weggeführt. Am Verbrennungsmotor 65 ist ein Kurbelwinkelsensor 75 angeordnet, der die Position der Kurbelwelle 10 erfasst und an eine Motorsteuerung 20 überträgt. Zusätzlich oder alternativ ist ein Temperatursensor 80 am Verbrennungsmotor 65 angeordnet, der

die Temperatur des Verbrennungsmotors 65 misst und ebenfalls an die Motorsteuerung 20 überträgt. Dabei kann der Temperatursensor 80 beispielsweise eine Öltemperatur des im Verbrennungsmotor 65 verwendeten Motoröls messen. Alternativ könnte auch die Temperatur der Ansaugluft durch einen Temperatursensor in der Luftzufuhr 45 oder die Kühlwassertemperatur durch ebenfalls einen geeigneten Temperatursensor im Bereich des Kühlwassers gemessen werden.

Ferner ist ein erstes Bedienelement 15 vorgesehen, das beispielsweise als Fahrpedal ausgebildet sein kann. Das erste Bedienelement 15 ist ebenfalls mit der Motorsteuerung 20 verbunden. Zusätzlich kann optional ein zweites Bedienelement 85 vorgesehen sein, das beispielsweise als Bremspedal ausgebildet sein kann und ebenfalls mit der Motorsteuerung 20 verbunden ist. In Abhängigkeit eines Betätigungsgrades des ersten Bedienelements 15 kann die Motorsteuerung 20 in dem Fachmann bekannter Weise ein Bedienerwunschemoment ermitteln. Das Bedienerwunschemoment wird von der Motorsteuerung 20 durch die Stellgrößen Luftmassenstrom, Einspritzmenge und Zündzeitpunkt umgesetzt. Zu diesem Zweck steuert die Motorsteuerung 20 die Drosselklappe 50 zur Einstellung des erforderlichen Luftmassenstroms an. Die Motorsteuerung 20 steuert weiterhin das Einspritzventil 25 zur Einstellung der erforderlichen einzuspritzenden Kraftstoffmenge an, beispielsweise durch Vorgabe eines Einspritzstartzeitpunktes und einer Einspritzdauer. Ferner steuert die Motorsteuerung 20 die Zündkerze 60 zur Einstellung eines geeigneten Zündzeitpunktes an. Die Umsetzung des Bedienerwunschemomentes über die genannten Stellgrößen erfolgt dabei in dem Fachmann bekannter Weise. Ferner ist ein Anlasser 5 vorgesehen, der beim Start der Brennkraftmaschine 1 die Kurbelwelle 10 auf eine vorgegebene Drehzahl bringt. Der Anlasser 5 kann dabei als konventioneller elektrischer Starter gemäß der DE 196 45 943 A1 ausgebildet sein und von einem in Figur 1 nicht dargestellten Bordnetz gespeist sein. Der Anlasser 5 wird dabei von der Motorsteuerung 20 angesteuert. Die Motorsteuerung 20 aktiviert den Anlasser 5 zum Start der Brennkraftmaschine 1 aus dem Stillstand heraus, wenn ein entsprechender Startwunsch seitens des Bedieners vorliegt, beispielsweise durch Drehen eines Zündschlüssels.

In Figur 2 ist eine zweite Ausführungsform der Brennkraftmaschine 1 dargestellt, in der gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente kennzeichnen, wie in Figur 1. Im Unterschied zur ersten Ausführungsform nach Figur 1 ist bei der zweiten Ausführungsform nach Figur 2 zusätzlich ein Startergenerator 30 vorgesehen, der alternativ zum Anlasser 5 die Kur-

belwelle 10 beim Start der Brennkraftmaschine 1 antreiben und auf eine vorgegebene Drehzahl bringen kann.

5 Für den Fall, dass der Verbrennungsmotor 65 als Diesel-Motor ausgebildet ist, ist die Zündkerze 60 und die Drosselklappe 50 bei beiden Ausführungsformen nicht vorgesehen. Die Umsetzung des Bedienerwunsches wird in diesem Fall allein durch Einstellung der Kraftstoffeinspritzmenge realisiert.

10 Im Folgenden soll jedoch beispielhaft angenommen werden, dass der Verbrennungsmotor 65 als Otto-Motor eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist. Das Bedienerwunschesmoment ist somit ein Fahrerwunschesmoment. Das erste Bedienelement 15 ist beispielsweise ein Fahrpedal und das zweite Bedienelement 85 ist beispielsweise ein Bremspedal.

15 Der Startergenerator 30 kann gemäß der DE 196 45 943 A1 für einen Startergenerator-Direktstart und/oder für einen Impulsstart ausgelegt sein. Der Startergenerator 30 kann dabei auch, wie in der DE 196 45 943 A1 beschrieben, zwischen Startergenerator-Direktstart und Impulsstart umschaltbar sein. Der Anlasser 5 und der Startergenerator 30 gemäß den Figuren 1 und 2 können beispielsweise wie in der DE 196 45 943 A1 beschrieben ausgeführt sein.

20 Zusätzlich kann bei den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen nach Figur 1 und Figur 2 ein Direktstart auch mittels der Benzindirekteinspritzung durchgeführt werden, wie er beispielsweise in der DE 197 43 492 A1 beschrieben ist.

25 Der Start-Stopp-Betrieb eines Kraftfahrzeugs ist eine wirksame Maßnahme zur Kraftstoffverbrauchssenkung. Dabei wird der Verbrennungsmotor 65 im Stillstand zum Beispiel beim Stopp an einer Ampel automatisch ausgeschaltet. Betätigt der Fahrer bei ausgeschaltetem Verbrennungsmotor 65 wieder das Fahrpedal 15, dann startet der Verbrennungsmotor 65. Besonders vorteilhaft und komfortabel ist der Start-Stopp-Betrieb, wenn  
30 der Direktstart mittels der Benzindirekteinspritzung erfolgt. Dabei wird der Verbrennungsmotor 65 geräuscharm, äußerst schnell, ohne Aktivierung des Anlassers 5 und ohne Bordnetzbelastung gestartet.

35 Es ist davon auszugehen, dass der Direktstart mit Benzindirekteinspritzung nicht unter allen notwendigen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors 65 funktioniert. Kri-

tisch ist zum Beispiel eine hohe Motortemperatur oberhalb von 100°C, da dann nur eine geringe Luft- bzw. Sauerstoffmasse im Brennraum des Zylinders 95 vorhanden ist. Es ist dann nicht sichergestellt, dass die bei einer ersten Einspritzung erzeugbare Energie für den Start des Verbrennungsmotors 65 ausreicht. Auch der Betrieb des Startergenerators 30 für einen Direktstart oder einen Impulsstart, wie er in der DE 196 45 943 A1 beschrieben wird, ist je nach Temperatur, nicht sichergestellt. So ist gemäß der DE 196 45 943 der Betrieb des Startergenerators mit Direktstart eher bei hoher Temperatur geeignet, während der Betrieb mit Impulsstart eher bei niedrigeren Temperaturen geeignet ist.

Erfindungsgemäß ist es deshalb vorgesehen, dass im Falle eines Startwunsches geprüft wird, ob die anlasserfreie Startmethode zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine 1 führt und dass für den Fall, in dem das Prüfergebnis negativ ist, die Brennkraftmaschine 1 automatisch mittels des Anlassers 5 gestartet wird. Die anlasserfreie Startmethode ist in diesen Ausführungsbeispielen der Direktstart mit Benzindirekteinspritzung oder unter Verwendung des Startergenerators 30. Sollte der anlasserfreie Start der Brennkraftmaschine 1 nicht möglich sein oder versagt haben, so wird auf den Anlasserstart umgeschaltet. Auf diese Weise lässt sich ein schneller und komfortabler Motorstart unter allen Betriebsbedingungen erzielen.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine Vorrichtung 90 vorgesehen, die gemäß Figur 3 die Motorsteuerung 20 umfasst. Die Vorrichtung 90 umfasst weiterhin den Kurbelwinkelsensor 75 und/oder den Temperatursensor 80. Die Vorrichtung 90 umfasst weiterhin das Einspritzventil 25 und/oder den Startergenerator 30, der in Figur 3 gestrichelt dargestellt ist, sowie den Anlasser 5. Die Motorsteuerung 20 umfasst Prüfmittel 35, die im Folgenden auch als Prüfeinheit bezeichnet werden und der die Mess-Signale des Kurbelwinkelsensors 75 und/oder die Mess-Signale des Temperatursensors 80 zugeführt sind. Die Prüfeinheit 35 prüft im Falle eines Startwunsches, ob der anlasserfreie Start zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine 1 führt. Das Prüfergebnis wird Umschaltmitteln 40 der Motorsteuerung 20 zugeführt, die im Folgenden auch als Umschalteinheit bezeichnet werden und die für den Fall, in dem das Prüfergebnis negativ ist, die Brennkraftmaschine 1 automatisch mittels des Anlassers 5 starten. Bei positivem Prüfergebnis startet die Umschalteinheit 40 die Brennkraftmaschine 1 entweder über das Einspritzventil 25 durch Benzindirekteinspritzung oder über den Startergenerator 30 anlasserfrei.



Der Prüfeinheit 35 ist weiterhin der Betätigungsgrad des Fahrpedals 15 zugeführt.

Der Prüfeinheit 35 ist außerdem der Betätigungsgrad des Bremspedals 85 zugeführt.

5 Die Prüfeinheit 35 kann beispielsweise in zwei Stufen prüfen, ob der anlasserfreie Start zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine 1 führt. Die Prüfeinheit 35 detek-  
10 tiert im Falle der ausgeschalteten Brennkraftmaschine 1, also bei ausgeschaltetem Verbrennungsmotor 65 bei Betätigung des Fahrpedals 15 einen Startwunsch zum Starten der Brennkraftmaschine 1. In einer ersten Stufe prüft die Prüfeinheit 35 dann vor dem ei-  
gentlichen Start, ob der anlasserfreie Start zu einem erfolgreichen Start der Brennkraft-  
maschine 1 führen wird. Ist dies nicht der Fall, so führt das negative Prüfergebnis auto-  
15 matisch zum Anlasserstart. Andernfalls wird der anlasserfreie Start aktiviert. Kommt es zum anlasserfreien Start, so prüft die Prüfeinheit 35 in einer zweiten Stufe, ob der einge-  
leitete anlasserfreie Start erfolgreich abgeschlossen werden kann oder versagt. Im erste-  
ren Fall wird der anlasserfreie Start fortgesetzt, im zweiten Fall wird er abgebrochen und  
automatisch der Anlasserstart eingeleitet. Wird nach der ersten Stufe der Prüfung der  
Anlasserstart eingeleitet, so prüft die Prüfeinheit 35 in der zweiten Stufe, ob der einge-  
20 leitete Anlasserstart erfolgreich abgeschlossen werden kann, oder ob er versagt. Im ersten  
Fall wird der Anlasserstart fortgeführt und im zweiten Fall wird der Anlasserstart von der  
Umschalteeinheit 40 abgebrochen und die Umschalteeinheit 40 schaltet wieder automa-  
tisch auf den anlasserfreien Start um und leitet diesen ein.

25 Die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode kann durch Auswertung der Temperatur der Brennkraftmaschine 1, beispielsweise der Öltem-  
peratur, durchgeführt werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Prüfung auf einen er-  
folgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode durch Auswertung der Motor-  
drehzahl des Verbrennungsmotors 64 der Brennkraftmaschine 1 durchgeführt werden. Im  
Falle eines anlasserfreien Starts mittels Direktstart durch Benzindirekteinspritzung kann  
30 die Prüfeinheit 35 die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien  
Startmethode auch durch Auswertung der Kurbelwellenposition der Brennkraftmaschine  
1 durchführen. Für den Direktstart mittels Benzindirekteinspritzung ist es gemäß der DE  
197 43 492 A1 erforderlich, dass einer der Zylinder des Verbrennungsmotors 65 sich in  
der Arbeitsphase befindet. In den Brennraum dieses Zylinders wird dann für den Direkt-  
start der Kraftstoff eingespritzt und das sich dort bildende Luft-/Kraftstoff-Gemisch ge-

zündet. Die Auswertung, ob sich der entsprechende Zylinder in der Arbeitsphase befindet, erfolgt auf der Grundlage des Kurbelwinkels.

Über den Kurbelwinkelsensor 75 kann auch die Motordrehzahl ermittelt werden, nämlich aus dem zeitlichen Gradienten des gemessenen Kurbelwinkels.

Entsprechend kann für die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels des Anlassers die Prüfeinheit 35 die Temperatur der Brennkraftmaschine 1 und/oder die Motordrehzahl der Brennkraftmaschine 1 und/oder im Falle eines möglichen anlasserfreien Direktstarts mit Benzindirekteinspritzung auch die Position der Kurbelwelle 10 auswerten.

Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand des in Figur 4 dargestellten Ablaufplans beispielhaft erläutert, wobei ebenfalls beispielhaft als anlasserfreie Startmethode der Direktstart mit Benzindirekteinspritzung auf der Grundlage der ersten Ausführungsform nach Figur 1 betrachtet werden soll.

Nach dem Start des Programms prüft die Prüfeinheit 35 bei einem Programmpunkt 100, ob ein Start-Stopp-Betrieb vorliegt. Zu diesem Zweck kann die Prüfeinheit 35 beispielsweise das Geschwindigkeitsmess-Signal eines in Figur 3 nicht dargestellten Fahrzeuggeschwindigkeitssensors auswerten. Liegt dabei die Fahrzeuggeschwindigkeit unter einem vorgegebenen Wert von beispielsweise 40 km/h, so wird der Start-Stopp-Betrieb erkannt und zu einem Programmpunkt 105 verzweigt, andernfalls wird das Programm verlassen.

Bei Programmpunkt 105 veranlasst die Prüfeinheit 35 ein Abschalten des Verbrennungsmotors 65, beispielsweise nachdem die Prüfeinheit 35 eine Betätigung der Fahrzeugbremse durch Betätigung des Bremspedals 85 detektiert hat. Die Abschaltung des Verbrennungsmotors kann dabei von der Prüfeinheit 35 beispielsweise durch Ausblenden sämtlicher Zylinder des Verbrennungsmotors 65 durch Sperren der Kraftstoffzufuhr zu sämtlichen Zylindern des Verbrennungsmotors 65 erfolgen. Zusätzlich oder alternativ kann die Prüfeinheit 35 die Luftzufuhr durch Schließen der Drosselklappe 50 beenden. Zusätzlich oder alternativ kann die Prüfeinheit 35 die Zündung aussetzen. Die Beeinflussung der drei genannten Stellgrößen durch die Prüfeinheit 35 ist in Figur 3 symbolhaft angedeutet. Nach Programmpunkt 105 wird zu einem Programmpunkt 110 verzweigt.

Bei Programmpunkt 110 prüft die Prüfeinheit 35, ob die Kurbelwelle 10 des Verbrennungsmotors 65 in einer für den Direktstart mit Benzindirekteinspritzung günstigen Position stehen bleibt, d.h., ob sich der Zylinder 95 bzw. einer der Zylinder des Verbrennungsmotors 65 bei Motorstillstand in der Arbeitsphase befindet. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 115 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 120 verzweigt. Zusätzlich kann bei Programmpunkt 110 von der Prüfeinheit 35 optional geprüft werden, ob die Temperatur der Brennkraftmaschine 1 einen vorgegebenen Wert, beispielsweise 100°C, unterschreitet. Zu Programmpunkt 115 wird bei dieser zusätzlichen Temperaturprüfung nur dann verzweigt, wenn die Temperatur den vorgegebenen Wert unterschreitet, andernfalls wird zu Programmpunkt 120 verzweigt.

Bei Programmpunkt 115 liegt ein positives Prüfergebnis vor. Im Falle eines Startwunsches des Fahrers detektiert die Prüfeinheit 35 eine Betätigung des Fahrpedals 15. In diesem Falle reicht die Prüfeinheit 35 das positive Prüfergebnis an die Umschalteinheit 40 weiter. Die Umschalteinheit 40 veranlasst daraufhin das Einspritzventil 25 zur Kraftstoffeinspritzung in den Zylinder 95, der sich gerade in der Arbeitsphase befindet und initiiert auf diese Weise den Direktstart mittels Benzindirekteinspritzung. Luftzufuhr und Zündung wird entsprechend von der Prüfeinheit 35 eingestellt. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 125 verzweigt.

Bei Programmpunkt 125 prüft die Prüfeinheit 35, ob der eingeleitete Direktstart mit Benzindirekteinspritzung erfolgreich verläuft. Dies ist dann der Fall, wenn zu einem ersten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_0$  nach Beginn des Startvorgangs die dann vorliegende Motordrehzahl  $n_{m0}t_0$  einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Dieser kann beispielsweise zu 120 U/min gewählt werden, wenn der erste Zeitpunkt  $t_0$  etwa 0,075 Sekunden nach Beginn des Startvorgangs liegt. Der Direktstart ist auch dann erfolgreich, wenn der zeitliche Gradient der Motordrehzahl in einem vorgegebenen Zeitbereich nach Beginn des Startvorgangs einen zweiten vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Dieser Gradient kann auf einfache Weise dadurch ermittelt werden, dass die Motordrehzahl  $n_{m0}t_2$  zu einem dritten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_2$  nach Beginn des Startvorgangs dividiert wird durch die Motordrehzahl  $n_{m0}t_1$  zu einem zweiten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_1$  nach Beginn des Startvorgangs, wobei dieser Quotient über dem zweiten vorgegebenen Schwellwert liegen muss, wenn der Direktstart erfolgreich sein soll. Dabei folgt der zweite vorgegebene Zeitpunkt  $t_1$  dem ersten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_0$  und der dritte vorgegebene Zeitpunkt  $t_2$  dem zweiten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_1$  nach. Der zweite

vorgegebene Schwellwert kann etwa den Wert 4 einnehmen, wobei der zweite vorgegebene Zeitpunkt  $t_1$  etwa zu 0,13 Sekunden und der dritte vorgegebene Zeitpunkt  $t_2$  etwa zu 0,18 Sekunden gewählt wird. Wird eine der beiden beschriebenen Bedingungen bei Programmpunkt 125 von der Prüfeinheit 35 als erfüllt detektiert, so wird der anlasserfreie Direktstart fortgeführt und das Programm verlassen, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 130 verzweigt.

Bei Programmpunkt 130 prüft die Prüfeinheit 35, ob die aktuelle Motordrehzahl  $n_{mot}$  einen dritten vorgegebenen Schwellwert, beispielsweise 150 U/min unterschreitet. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 135 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 140 verzweigt.

Bei Programmpunkt 140 wird eine Warteschleife für ein vorgegebenes Zeitintervall, beispielsweise in der Größenordnung von einigen Millisekunden, durchlaufen. Anschließend wird zu Programmpunkt 130 zurückverzweigt.

Bei Programmpunkt 135 überträgt die Prüfeinheit 35 ein negatives Prüfergebnis an die Umschalteinheit 40 und veranlasst diese zum Abbruch des Direktstarts mit Benzindirekteinspritzung und zum Einleiten eines Anlasserstarts. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 145 verzweigt.

Bei Programmpunkt 145 prüft die Prüfeinheit 35, ob der eingeleitete Anlasserstart erfolgreich verläuft. Diese Prüfung kann in gleicher Weise, wie bei Programmpunkt 125 erfolgen. Detektiert die Prüfeinheit 35 einen erfolgreichen Anlasserstart, so wird dieser fortgesetzt und das Programm verlassen. Andernfalls wird zu einem Programmpunkt 150 verzweigt.

Bei Programmpunkt 150 überträgt die Prüfeinheit 35 ein negatives Prüfergebnis an die Umschalteinheit 40 und veranlasst diese zum Abbruch des Anlasserstarts und zum Einleiten des anlasserfreien Direktstarts mit Benzindirekteinspritzung und entsprechender Ansteuerung des Einspritzventils 25 des Zylinders 95, der sich gerade in der Arbeitsphase befindet. Außerdem stellt die Prüfeinheit 35 die Luftzufuhr über die Drosselklappe 50 sowie den Zündzeitpunkt über die Zündkerze 60 geeignet ein, um den anlasserfreien Direktstart mittels Benzindirekteinspritzung zu realisieren. Anschließend wird zu Programmpunkt 125 zurückverzweigt.

Bei Programmpunkt 120 überträgt die Prüfeinheit 35 ein negatives Prüfergebnis an die Umschalteinheit 40, für den Fall, dass ein Startwunsch auf der Grundlage der Betätigung des Fahrpedals 15 in der Prüfeinheit 35 detektiert wird und veranlasst somit die Umschalteinheit 40 zur Einleitung des Anlasserstarts. Anschließend wird zu Programmpunkt 145 verzweigt.

Somit wird beim Versagen des anlasserfreien Startverfahrens auf das Anlasserstartverfahren umgeschaltet und umgekehrt. Dieses Umschalten kann je nach Starterfolg mehrmals passieren. Somit wird eine Startkoordination realisiert, bei der möglichst schnell auf den Anlasserstart umgeschaltet wird, sobald festgestellt wird, dass ein anlasserfreier Start nicht möglich ist oder versagt hat.

Falls der anlasserfreie Direktstart mit Benzindirekteinspritzung nicht erfolgreich ist, so muss möglichst schnell auf den Anlasserstart umgeschaltet werden, damit es nicht zu einer erheblichen Verlängerung der Startzeit kommt. Dass der eingeleitete Direktstart nicht erfolgreich war bzw. nicht erfolgreich sein wird, kann bei Programmpunkt 125 durch Auswertung der Motordrehzahl  $n_{mot}$  frühzeitig erkannt werden. Die Motordrehzahl  $n_{mot}$  wird im Folgenden auch mit  $n$  bezeichnet. Ein Scheitern des Direktstarts mit Benzindirekteinspritzung wird im einfachsten Fall dadurch erkannt, dass sich der Verbrennungsmotor 65 nach einer ersten Einspritzung nur wenig bewegt. Dies ist dann der Fall, wenn zum ersten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_0$  die Motordrehzahl  $n = n_{mot_0}$  den ersten vorgegebenen Schwellwert unterschreitet. Der erste vorgegebene Schwellwert ist dabei beispielsweise etwa zu 120 U/min gewählt. Der erste vorgegebene Zeitpunkt  $t_0$  beträgt beispielsweise etwa 0,075 Sekunden. In Figur 5 ist beispielhaft ein Verlauf der Motordrehzahl  $n$  in 1/min über der Zeit  $t$  in s aufgetragen, wobei der Startvorgang zum Zeitpunkt  $t = 0$  beginnt. Zum ersten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_0$  weist dabei der Drehzahlverlauf ein erstes lokales Maximum mit  $n = n_{mot_0}$  auf, das mit 200 U/min oberhalb des ersten vorgegebenen Schwellwerts liegt, so dass zum ersten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_0$  der Direktstart mit Benzindirekteinspritzung noch als erfolgreich detektiert wird.

Wenn nun zum ersten Zeitpunkt  $t_0$  der erste vorgegebene Schwellwert überschritten wird, kann es trotzdem sein, dass die Beschleunigung der Motordrehzahl nicht für einen Motorhochlauf ausreicht. Je früher dieser Fehlstart erkannt wird, um so früher kann der Anlasserstart aktiviert werden. Kriterium dafür ist der beschriebene zeitliche Gradient,

der oberhalb des zweiten vorgegebenen Schwellwerts liegen muss, damit der Direktstart mit Benzindirekteinspritzung erfolgreich sein kann. Der zweite vorgegebene Schwellwert kann dabei etwa gleich 4 gewählt werden. In Figur 5 beträgt dieser vereinfacht als Quotient berechnete Gradient  $n_{mot_2}/n_{mot_1}$  etwa den Wert 5 und liegt damit oberhalb des zweiten vorgegebenen Schwellwertes. Dabei weist zum dritten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_2$  der Drehzahlverlauf ein zweites lokales Maximum mit dem Wert  $n = n_{mot_2}$  auf und zum zweiten vorgegebenen Zeitpunkt  $t_1$  weist der Drehzahlverlauf mit  $n = n_{mot_1}$  ein erstes lokales Minimum auf.

Wie in Figur 5 dargestellt, entwickelt sich der Motorhochlauf zumindest bis zum Zeitpunkt  $t = 0,3s$  erfolgreich und nähert sich der zu erreichenden Startdrehzahl von 1000 U/min an.

Bevor der Anlasser betätigt werden kann, muss allerdings die Motordrehzahl  $n$  wieder unter den dritten vorgegebenen Schwellwert gefallen sein, was bei Programmpunkt 130 abgeprüft wird. Das bedeutet, dass im Falle eines vorausgehenden Direktstartversuchs mit Benzindirekteinspritzung, die zu einer Erhöhung der Motordrehzahl  $n$  geführt hat, zunächst gewartet werden muss, bis die Motordrehzahl  $n$  wieder unter den dritten vorgegebenen Schwellwert abgefallen ist. Dabei kann der Verbrennungsmotor 65 optional zusätzlich gebremst werden, beispielsweise durch Ansteuerung der Drosselklappe 50 zur Verringerung der Luftzufuhr oder durch geeignete Ansteuerung des Startergenerators 30, falls vorhanden. Auf diese Weise kann der Anlasserstart möglichst schnell eingeleitet werden, nachdem das Versagen des anlasserfreien Starts detektiert wurde.

Falls der Anlasserstart nicht mehr möglich ist, zum Beispiel wegen entladener Batterie oder mangelnder Bordnetzspannung, so kann auch noch ein oder mehrere weitere Startversuche mittels anlasserfreiem Start erfolgen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wurde anhand des Ablaufplans nach Figur 4 für den Fall eines anlasserfreien Direktstarts mit Benzindirekteinspritzung beispielhaft beschrieben. Ganz entsprechend ist der Ablauf, wenn der anlasserfreie Start unter Verwendung des Startergenerators 30 auf der Grundlage der Ausführungsform nach Figur 2 verwendet wird. Der anlasserfreie Start wird in diesem Fall dann nicht durch entsprechende Ansteuerung des Einspritzventils 25, der Drosselklappe 50 und der Zündkerze 60 eingeleitet, sondern durch entsprechende Ansteuerung des Startergenerators 30 von der Umschalt-

heit 40. Bei Verwendung des Startergenerators 30 für den anlasserfreien Start ist auch eine Benzindirekteinspritzung nicht mehr erforderlich, so dass das Einspritzventil 25 in diesem Fall auch im Saugrohr 55 angeordnet sein könnte, um eine Saugrohreinspritzung zu bewirken.

20.01.03 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Fahrzeugs, mittels einer anlasserfreien Startmethode, **dadurch gekennzeichnet, dass** für einen Startwunsch geprüft wird, ob die anlasserfreie Startmethode zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine (1) führt, und dass für den Fall, in dem das Prüfergebnis negativ ist, die Brennkraftmaschine (1) automatisch mittels eines Anlassers (5) gestartet wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode durch Auswertung einer Temperatur der Brennkraftmaschine (1), vorzugsweise einer Öltemperatur, durchgeführt wird.

20

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode durch Auswertung einer Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) durchgeführt wird.

25

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfung auf einen erfolgreichen Start mittels der anlasserfreien Startmethode durch Auswertung einer Position einer Kurbelwelle (10) der Brennkraftmaschine (1) durchgeführt wird.

30

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als anlasserfreie Startmethode eine Impulsstartmethode gewählt wird.



6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als anlasserfreie Startmethode eine Direktstartmethode gewählt wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (1) bei der Direktstartmethode mittels einer Benzindirekteinspritzung direkt gestartet wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle eines Einleiten der anlasserfreien Startmethode geprüft wird, ob dieser anlasserfreie Start erfolgreich ist, und dass bei Versagen des anlasserfreien Starts die Brennkraftmaschine (1) automatisch wieder mittels des Anlassers (5) gestartet wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Versagen eines eingeleiteten Anlasserstarts die Brennkraftmaschine (1) automatisch wieder mittels der anlasserfreien Startmethode gestartet wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Startwunsch bei Betätigung eines Bedienelementes (15), vorzugsweise eines Fahrpedals, bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine (1) detektiert wird.
- 25 11. Vorrichtung (90) zum Starten einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Fahrzeugs, mit Mitteln (25; 30) zum anlasserfreien Start, **dadurch gekennzeichnet, dass Prüfmittel (35) vorgesehen sind, die für einen Startwunsch prüfen, ob der anlasserfreie Start zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine (1) führt, und dass Umschaltmittel (40) vorgesehen sind, die für den Fall, in dem das Prüfergebnis negativ ist, die Brennkraftmaschine (1) automatisch mittels eines Anlassers (5) starten.**

20.01.03 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

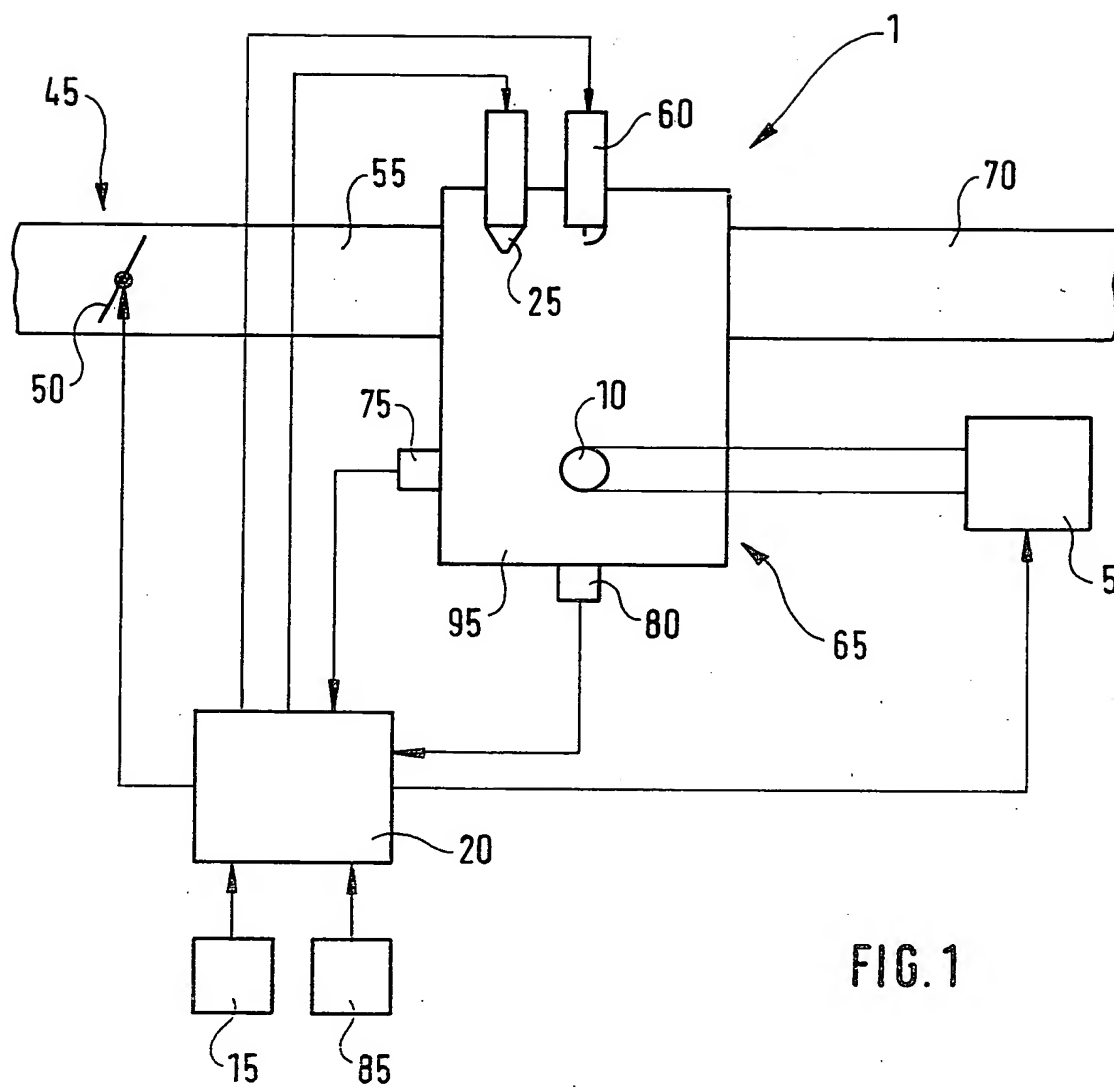
10

Verfahren und Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Fahrzeugs, vorgeschlagen, die einen möglichst schnellen und komfortablen Start der Brennkraftmaschine (1) ermöglichen. Dabei wird für einen Startwunsch geprüft, ob eine anlasserfreie Startmethode zu einem erfolgreichen Start der Brennkraftmaschine (1) führt. Für den Fall, in dem das Prüfergebnis negativ ist, wird die Brennkraftmaschine automatisch mittels eines Anlassers (5) gestartet.



2/5

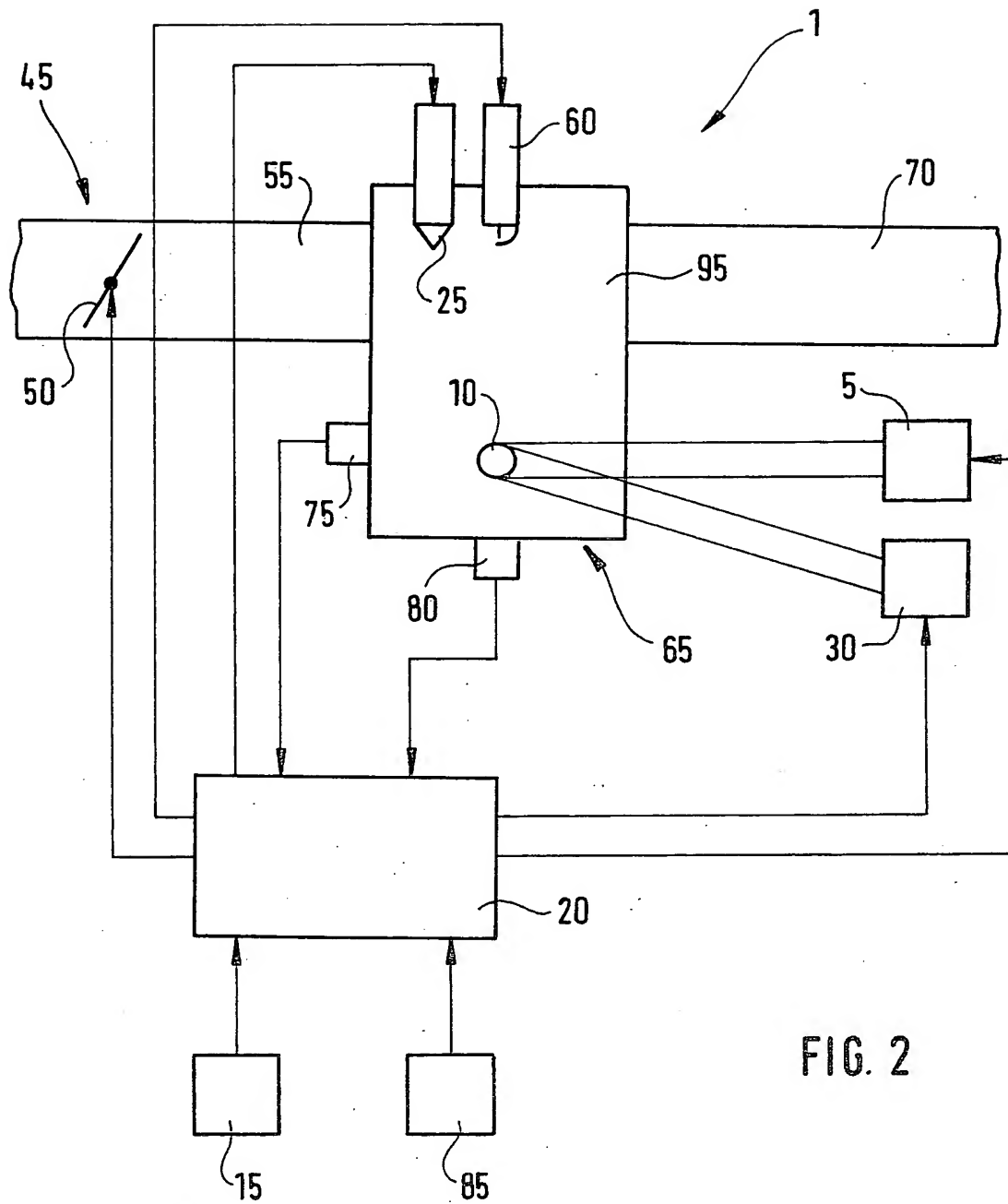


FIG. 2

3/5

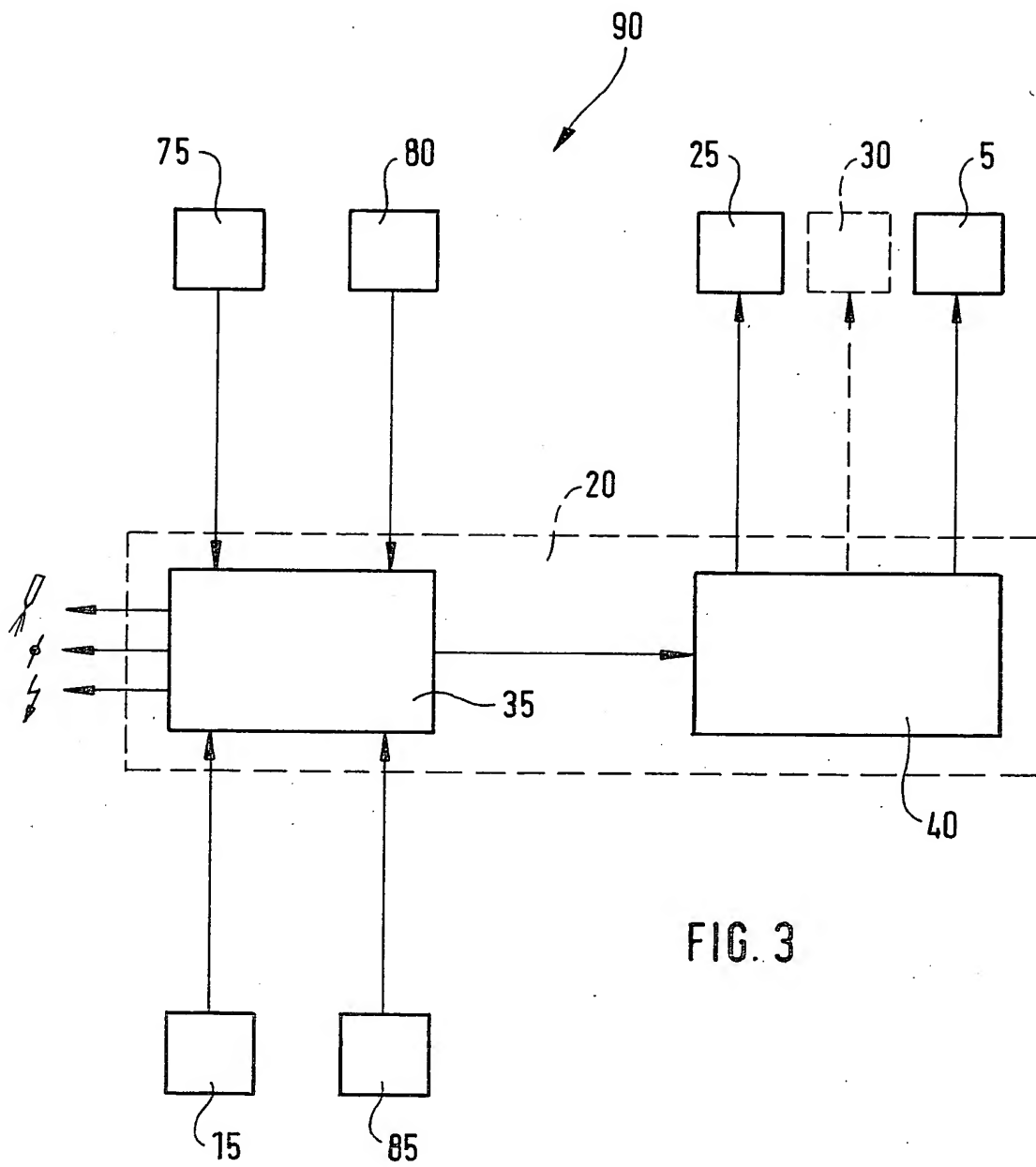
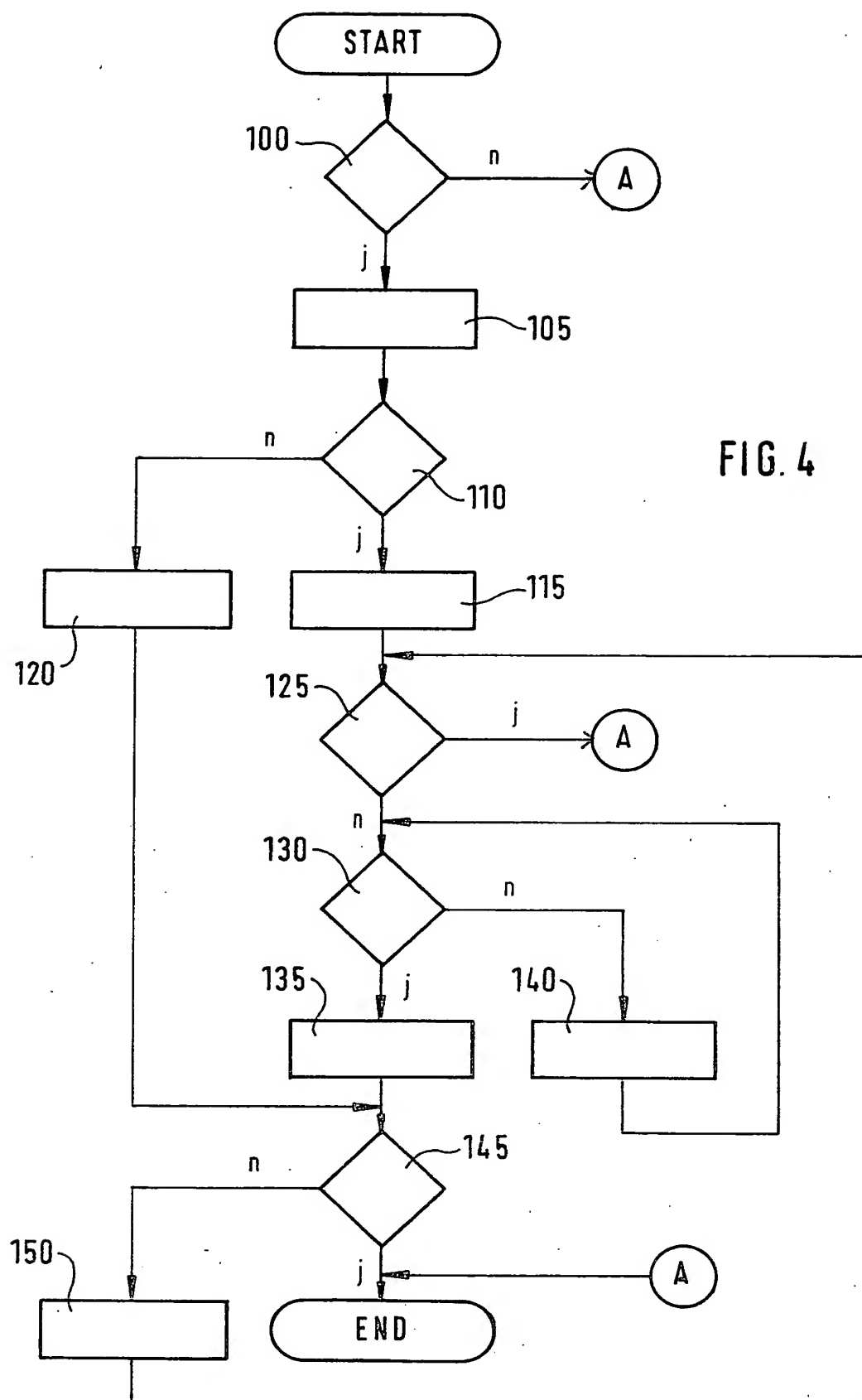


FIG. 3

4/5



5/5

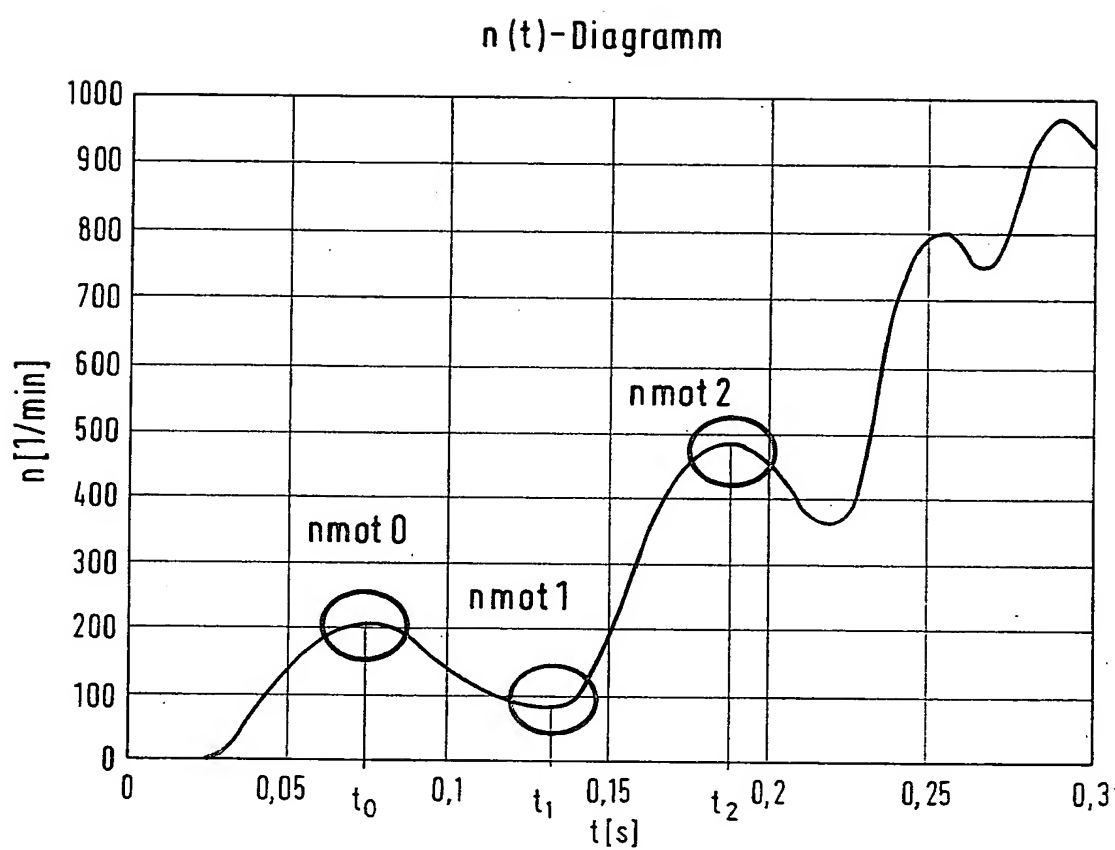


FIG. 5